

霧島硫黄山噴気の化学組成 (2019年1月25日) および環境大気 H₂S 濃度変化*

Chemical composition of the fumarolic gases at Iwoyama volcano, Kirishima, Japan (25th January 2019) with H₂S variation in environmental air

東海大学**気象研究所***東京大学****名古屋大学*****

Tokai University**

Meteorological Research Institute***

The University of Tokyo****

Nagoya University*****

1. 概要

2018年10月から2019年1月にかけて霧島硫黄山火山ガスのSO₂/H₂S比とH₂Oの酸素同位体比は上昇した。2018年4月の噴火前にこれらの値はいずれも上昇しており、2018年10月から2019年1月にかけて火山活動活発化の兆候が見られる。地熱地帯の環境大気H₂S濃度は2018年4月水蒸気噴火の際に高い値が記録されたが、その後は低い値が継続している。

2-1. 噴気の採取・分析

硫黄山では、図1に示す噴気孔a, b, cで噴気を採取した。噴気を採取するために、金属チタン管を噴気孔に差し込み、管と孔の隙間を砂などで注意深く塞いだ。次にチタン管にゴム管を接続し、ゴム管の出口を真空ガラス瓶のコックに接続した。真空ガラス瓶にはあらかじめ高濃度のアルカリ性水溶液(KOH) 20mlを脱気・封入し試料ガスを吸収させた。安定同位体比の測定のために噴気を水冷したガラス二重管に通し、凝縮水を採取した。

2-2. 環境大気中のH₂S濃度観測

M8地点(図2)で地上から1mの高さにおける大気中H₂S濃度を5分間隔で測定・記録した。測定には硫化水素ガス無線モニタリングシステム(オダログ: <http://www.jmsystem.co.jp/kazan/odalog.html>)を用いた。5分おきの濃度を平均化し、各日の代表濃度とした。

* 2019年4月1日受付

大場武 (Takeshi Ohba); *谷口無我 (Muga Yaguchi)

****外山浩太郎 (Kotaro Toyama), 角野浩史 (Hirochika Sumino)

*****角皆潤 (Ururu Tsunogai), 伊藤昌稚 (Masanori Ito), 新宮原諒 (Ryo Shingubara)

3. 結果

図3に噴気の $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の時間変化を示す。噴気 a の $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は2018年5月から10月にかけて急激に低下したが、2019年1月に再び上昇した。噴気 b でも2018年10月から2019年1月にかけて上昇が観測された。図4に H_2O の酸素同位体比の時間変化を示す。3つの噴気全てに2018年10月から2019年1月にかけて同位体比の上昇が見られた。図5に $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の時間変化を示す。3つの噴気全てで、2018年10月から2019年1月にかけて大きく低下した。図6に $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比の時間変化を示す。3つの噴気で2018年10月から2019年1月にかけて僅かに低下した。図7に H_2O と H_2 の水素同位体比の差から計算される見かけ平衡温度 (AETD) の時間変化を示す。2018年10月から2019年1月にかけて AETD の変化は少なかった。地熱地帯の大気に含まれる H_2S 濃度は、2018年4月以降は、低い値が継続している (図8)。

4. 考察

一般に CO_2 はマグマに起源する成分、 H_2S は熱水系に起源する成分であり、熱水系に対するマグマ起源ガスの流量が増大すると $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は上昇する。草津白根山や箱根山では噴気の $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比が時間的に安定しており、 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比はマグマ起源ガスの浅部熱水系に対する流量の良い指標となる。図6に示されるように、霧島硫黄山噴気の $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比は変動が激しく、草津白根山や箱根山とは状況が異なる。さらに噴気毎の振る舞いにも統一性が見られない。例えば、2018年1月から3月にかけて、噴気 a の $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比はほとんど変化しなかったが、噴気 b, c では大きく低下した。2018年3月から5月にかけて噴気 a では $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比は大きく低下したが、噴気 c では逆に上昇した。このように $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比の変化は噴気の間で協調しておらず、 $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比変化の原因は局所的であると考えられる。このため、霧島硫黄山では噴気の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比をマグマ性 CO_2 の熱水系に対する流量の指標として用いることは適当ではないと考えられる。

これに対し、噴気の $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は2018年1月に低い値であったが、噴火の直前に当たる2018年3月に急上昇している。しかも $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の上昇は3つの噴気で協調している (図3)。 $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の上昇は2017年5月にも起きている。この時期、噴気の放出量が増大し、極めて勢いの強い噴気 (図1の h) が出現していた。AETD の時間変化と $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の時間変化の間には類似性が認められる。すなわち、3つの噴気の AETD は硫黄山噴火の直前に高い値を示し、2017年5月にも上昇していた (図7)。 H_2O の酸素同位体比は大まかには3つの噴気で協調して変動している (図4)。2018年4月の噴火の直前である3月に酸素同位体比は噴気 a, b で極大値に達していた。また $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比が高い2017年5月に噴気 a で高い酸素同位体比が観測されている。 $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比、AETD、酸素同位体比を合わせて考慮すると、2017年5月には2018年4月に類似した火山活動が起きており、いわゆる噴火未遂の状態であった可能性が高い。

$\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比と酸素同位体比について、2018年10月と2019年1月の値を比較すると、噴気 a, b では協調して上昇している。噴気 c で酸素同位体比は上昇したものの、 $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は低い値を維持している。これらの変化は、2018年4月の噴火に先立つ2018年1月から3月

にかけての変化と類似しており，今後火山活動が活発化する可能性がある．

5. 謝辞

本研究実施のために，文部科学省次世代火山研究推進事業（課題B3）の研究費を使用しました．大気中の H_2S 濃度に関するデータを宮崎県から提供していただきました．福岡管区気象台は安全確保のために調査実施中に硫黄山の地震活動をモニタリングして下さいました．ここに記して心より感謝いたします．

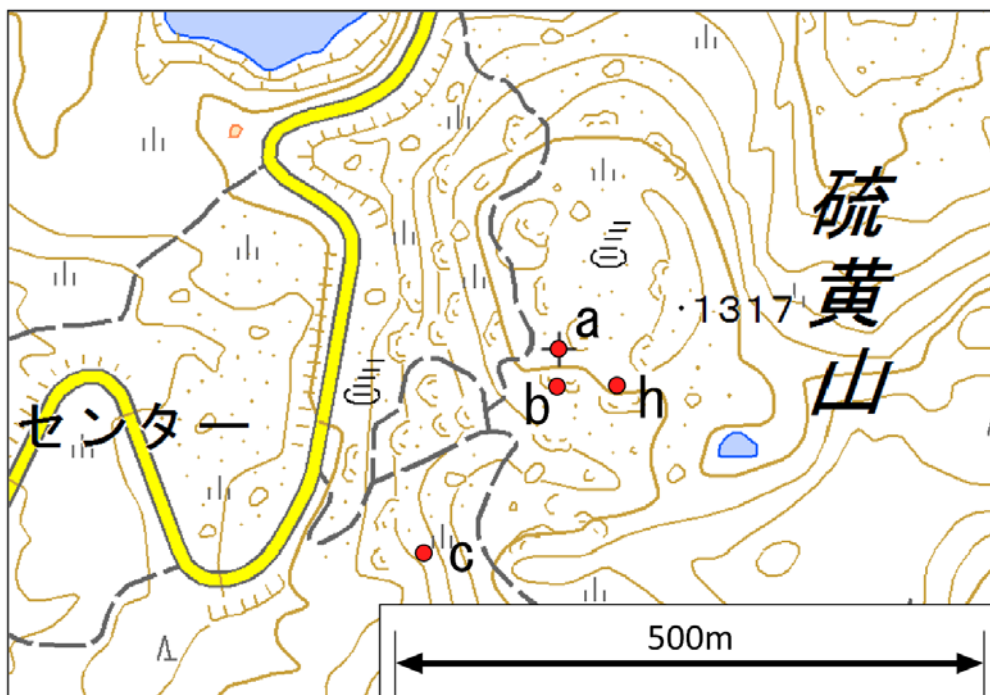


図1. 硫黄山噴気 a, b, c の位置 (背景の地図として, 国土地理院 1/25000 地形図を使用した)
 Fig.1. Location of fumaroles a, b and c. (The topographic map by the Geospatial Information Authority of Japan was used)

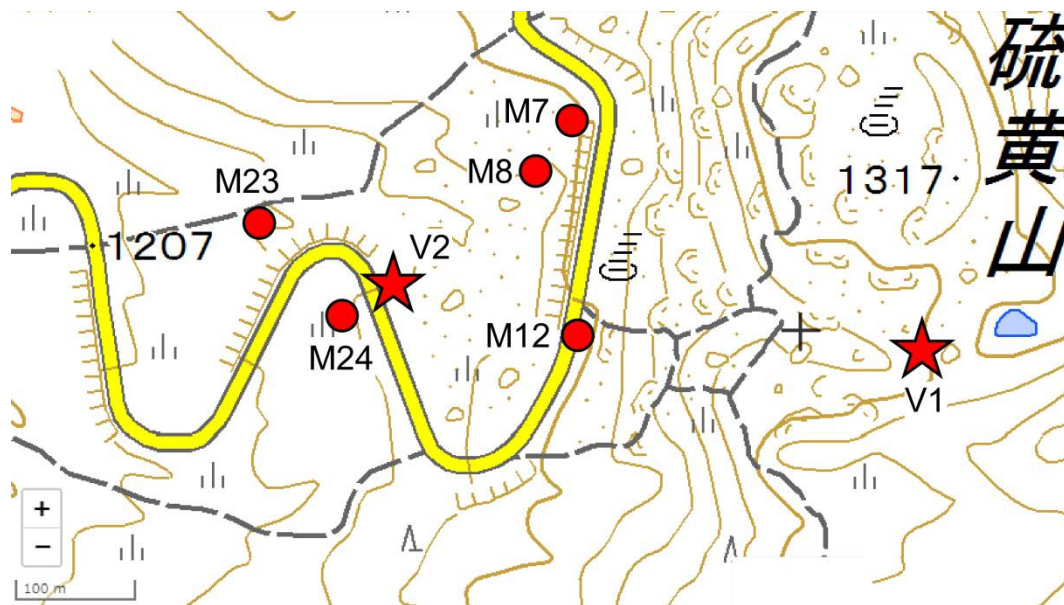


図2. 大気中 H₂S 濃度の観測点
 Fig.2. Location of observation for ambient air H₂S concentration. (The topographic map by the Geospatial Information Authority of Japan was used)

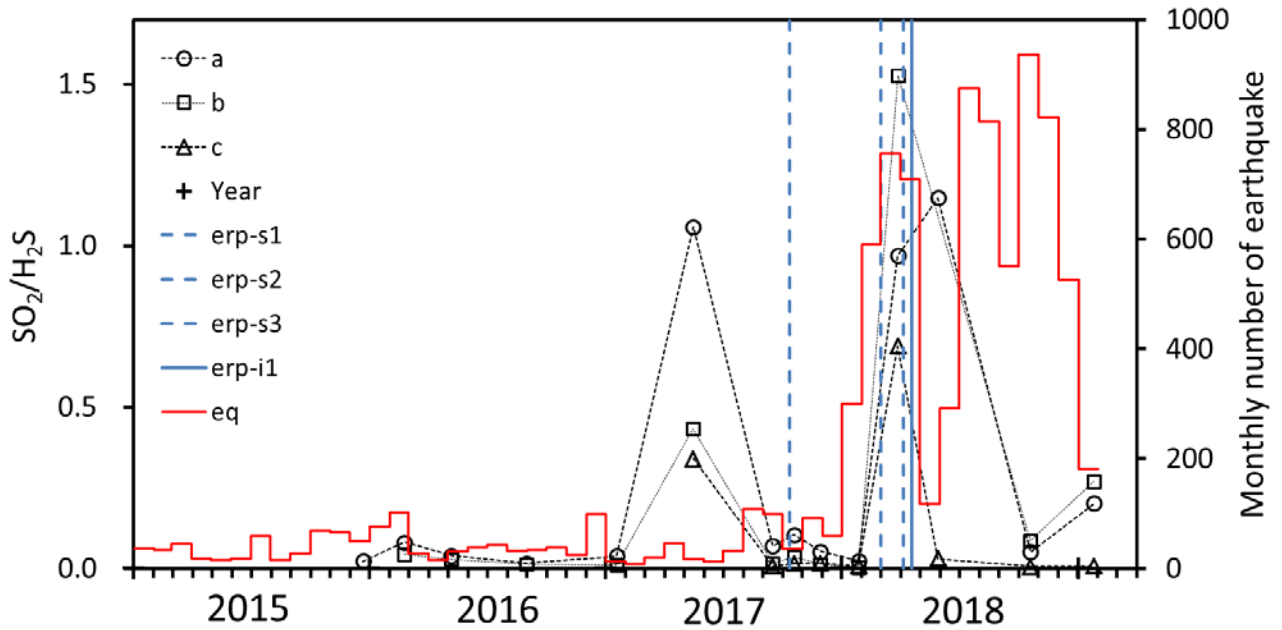


図3. $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の時間変化 (赤線は気象庁による月別地震回数：右縦軸，青の縦実線は硫黄山噴火，青の縦破線は新燃岳噴火を示す)
 Fig. 3. Time variation of $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ ratio (The red curve indicates the monthly number of earthquakes at Kirishima-Iwoyama scaled on the right y-axis. The solid blue vertical line indicates the time of eruption at Kirishima-Iwoyama. The broken blue vertical lines indicate the time of eruption at Shinmoedake.)

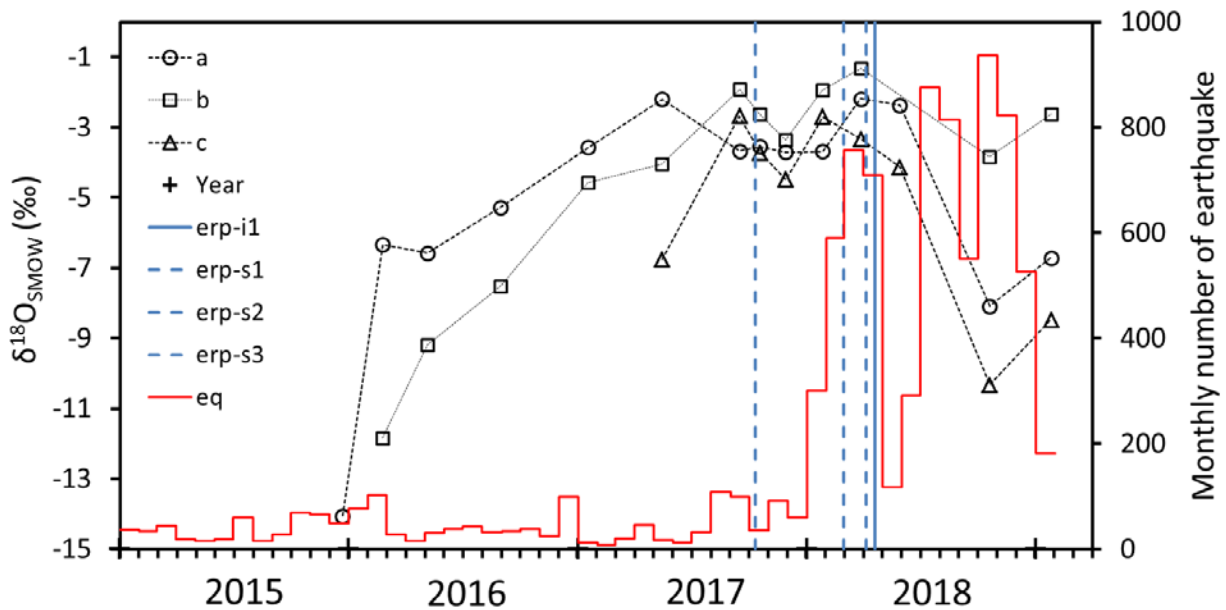


図4. H_2O 酸素同位体比の時間変化 (赤線は気象庁による月別地震回数：右縦軸，青の縦実線は硫黄山噴火，青の縦破線は新燃岳噴火を示す)
 Fig. 4. Time variation in the oxygen isotope ratio of H_2O . (The red curve indicates the monthly number of earthquakes at Kirishima-Iwoyama scaled on the right y-axis. The solid blue vertical line indicates the time of eruption at Kirishima-Iwoyama. The broken blue vertical lines indicate the time of eruption at Shinmoedake.)

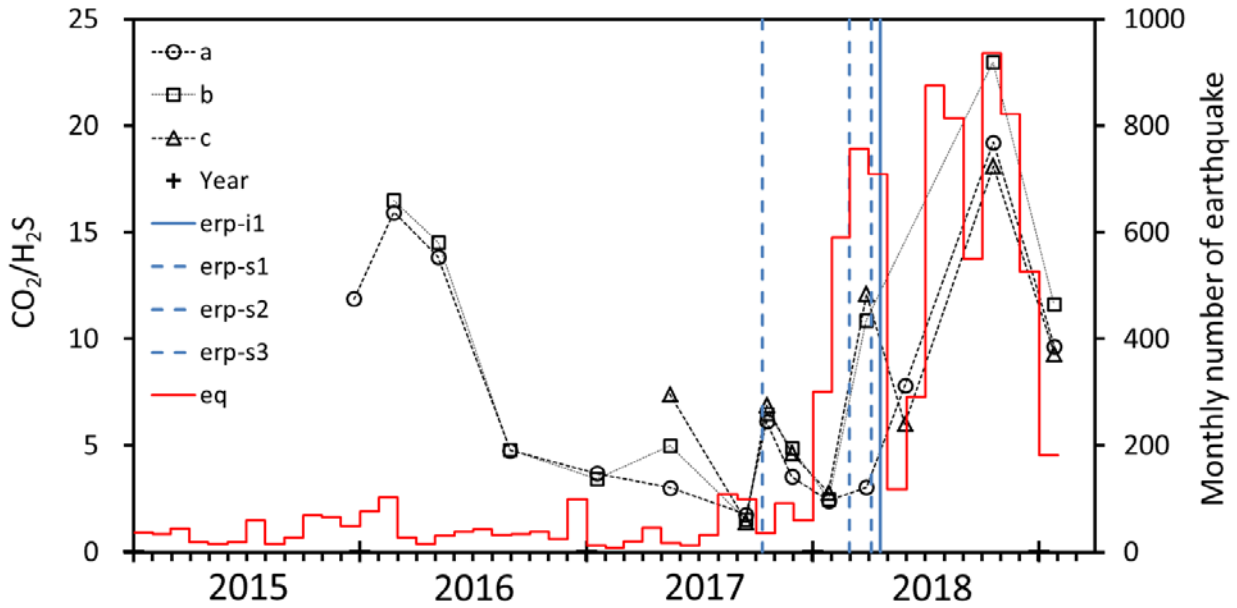


図5. $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の時間変化 (赤線は気象庁による月別地震回数：右縦軸，青の縦実線は硫黄山噴火，青の縦破線は新燃岳噴火を示す)
 Fig. 5. Time variation of $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ ratio. (The red curve indicates the monthly number of earthquakes at Kirishima-Iwoyama scaled on the right y-axis. The solid blue vertical line indicates the time of eruption at Kirishima-Iwoyama. The broken blue vertical lines indicate the time of eruption at Shinmoedake.)

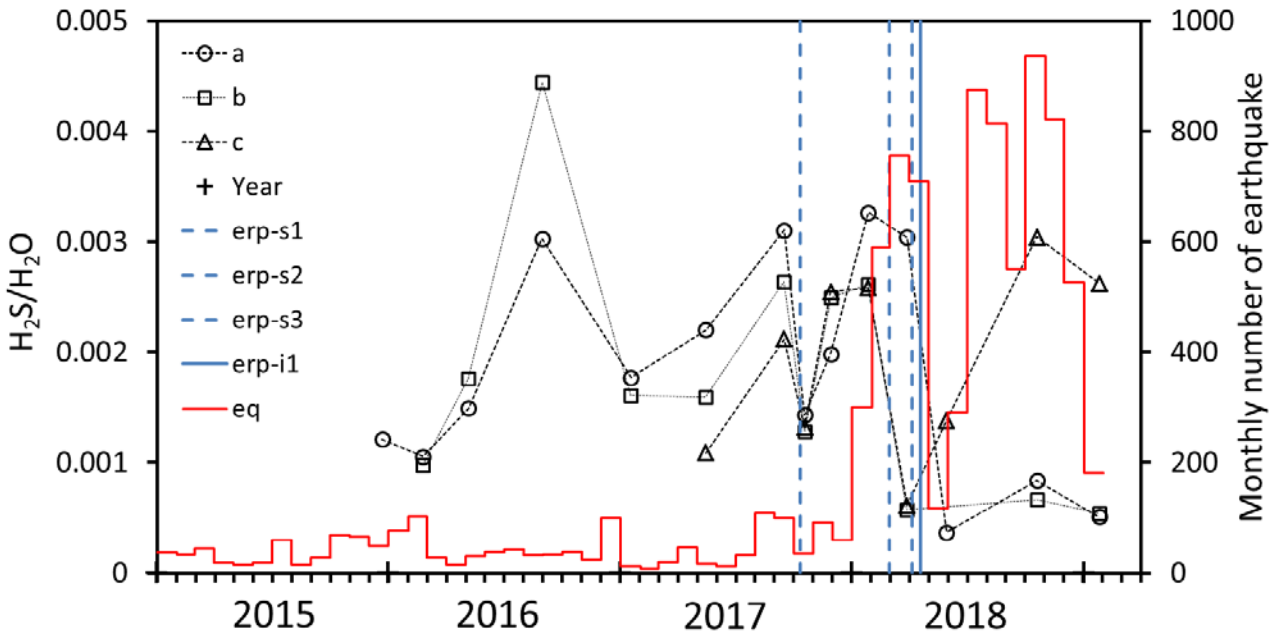


図6. $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比の時間変化 (赤線は気象庁による月別地震回数：右縦軸，青の縦実線は硫黄山噴火，青の縦破線は新燃岳噴火を示す)
 Fig. 6. Time variation of $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ ratio. (The red curve indicates the monthly number of earthquakes at Kirishima-Iwoyama scaled on the right y-axis. The solid blue vertical line indicates the time of eruption at Kirishima-Iwoyama. The broken blue vertical lines indicate the time of eruption at Shinmoedake.)

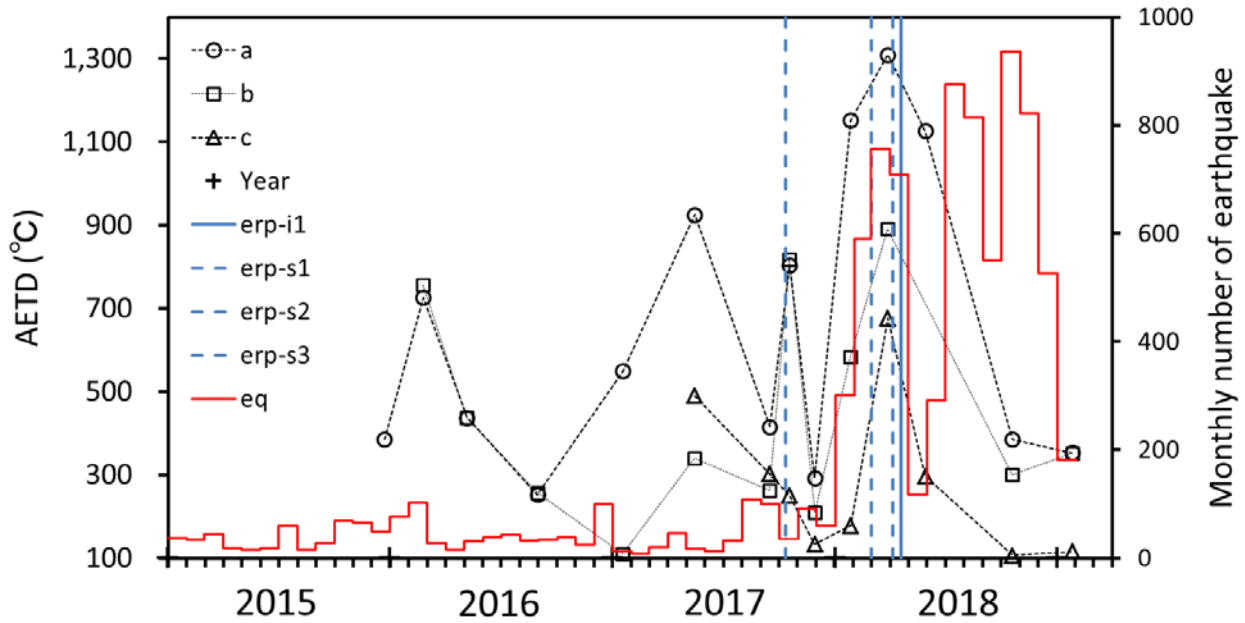


図7. 見かけ平衡温度 (AETD) の時間変化 (赤線は気象庁による月別地震回数：右縦軸，青の縦実線は硫黄山噴火，青の縦破線は新燃岳噴火を示す)
 Fig.7. Time variation of apparent equilibrium temperature (AETD). (The red curve indicates the monthly number of earthquakes at Kirishima-Iwoyama scaled on the right y-axis. The solid blue vertical line indicates the time of eruption at Kirishima-Iwoyama. The broken blue vertical lines indicate the time of eruption at Shinmoedake.)

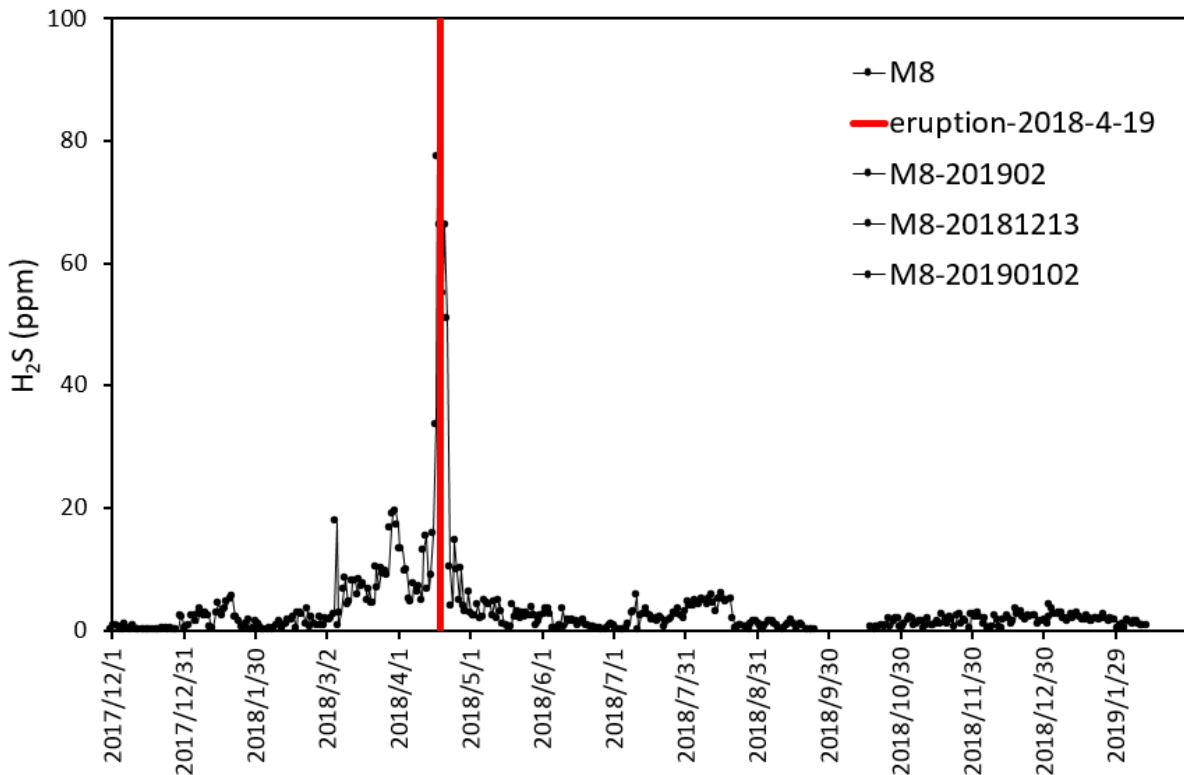


図8. 大気中 H₂S 濃度の時間変化 (M8 地点，図2 参照)
 Fig.8. Time variation of ambient air H₂S concentration at M8 in Fig.2.